



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN

Schriftenreihe
Konstruktiver Ingenieurbau Dresden
Heft 48



Manfred Curbach, Heinz Opitz,
Silke Scheerer, Torsten Hampel (Hrsg.)

**10. SYMPOSIUM
EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN
VON BAUKONSTRUKTIONEN**

11. März 2019

Herausgeber der Reihe

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach
apl. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Graf
Prof. Dr.-Ing. Peer Haller
Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Häußler-Combe
Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Kaliske
Prof. Dr.-Ing. Viktor Mechtcherine
Prof. Dr.-Ing. Richard Stroetmann
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller

Institut für Massivbau
Technische Universität Dresden

D - 01062 Dresden

Tel.: +49 351 463-3 65 68
Fax: +49 351 463-3 72 89

Titelbild:

Belastungsrahmen für die Prüfung von Geschossdecken im Jugendstil-Kaufhaus
Görlitz (Foto: Oliver Mosig, s. Beitrag Mosig et al. in diesem Tagungsband)

Redaktion und Layout: Silke Scheerer
Korrekturen: Petra Kahle, Angela Heller
Umschlag und Druckvorbereitung: Stefan Gröschel
Für die Inhalte der Beiträge sind die Autor*innen verantwortlich.

Druck: addprint AG · Am Spitzberg 8a · 01728 Bannewitz
Veröffentlicht: Dresden, März 2019

Der Tagungsband ist open access auf der Homepage des Instituts für Massiv-
bau verfügbar (<https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/imb/das-institut/veranstaltungen/SEUB>).

ISSN: 1613-6934
ISBN: 978-3-86780-583-4

Inhalt

Vorwort	7
Steffen Marx, Jürgen Grünberg, Gregor Schacht Sicherheitskonzept für Belastungsversuche	9
Mai Häßler Experimentelle Bestimmung des Beanspruchungszustands in fachwerkartigen Eisen- und Stahltragwerken mit Hilfe von Schwingungsmessungen	23
Thilo Fröhlich, Veit Birtel, Dieter Lotze Zyklische Prüfung von Befestigungen in Beton mittels Schwingungsanregung	33
Oliver Mosig, Sabine Wellner, Jörg Rudolph Belastungsprüfung der Geschosdecken im Jugendstil-Kaufhaus Görlitz	45
Volker Wetzck, Claudia Pahlow Das Potenzial von Miniatur-Druckproben für die Werkstoffcharakterisierung von Stahlguss	59
Kerstin Speck, Fritz Vogdt, Manfred Curbach, Yuri Petryna Faseroptische Sensoren zur kontinuierlichen Dehnungsmessung im Beton	71
Jens Heinrich, Reinhard Maurer Rissmonitoring zur Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit an bestehenden Brückenbauwerken	83
Max Käding, Gregor Schacht, Guido Bolle, Steffen Marx Überwachung von Brücken mit Gefährdung durch Spannungsrissskorrosion	97
Florian Schill, Milo Hirsch, Andreas Eichhorn Überwachung von Tragwerken mit Profilsclannern	109
Jörg Scheithauer, Chris Hobusch, Falk Steinigk, Torsten Hillig, Matthias Schramm UAV und BIM – neue Herausforderungen an die Bauüberwachung bei Infrastrukturmaßnahmen an Eisenbahnbrücken der Deutschen Bahn	123
Nico Steffens, Kay Degenhardt, Karsten Geißler Modifiziertes Ziellastniveau bei Straßenbrücken durch Bauwerksmonitoring	135
Marc Gutermann, Werner Malgut, Carsten Böhme Experimenteller Nachweis von Straßenbrücken kleiner Stützweite am Beispiel von Wegebrücken in der Eilenriede, Hannover	147
Oliver Fischer, Sebastian Gehrlein Weggesteuerte In-situ-Querkraftversuche (bis in den Nachbruchbereich) und innovative Messtechnik an einer 60 Jahre alten 7-feldrigen Spannbetonbrücke ...	161

Das Potenzial von Miniatur-Druckproben für die Werkstoffcharakterisierung von Stahlguss

Volker Wetzki¹, Claudia Pahlow²

Kurzfassung. Angesichts der zunehmenden Sanierungsmaßnahmen an bestehenden Brückenbauwerken muss auch der Zustand der vorhandenen historischen Brückenlager beurteilt werden. Mangels verlässlicher Grundlagen bleiben hierbei oft Fragen unbeantwortet, zum Beispiel zu den Möglichkeiten einer minimal-invasiven Untersuchung des Lagerwerkstoffs. Am Beispiel des ab ca. 1880 zunehmend für Lager verwendeten Werkstoffs Stahlguss zeigt der Beitrag die Möglichkeit auf, mittels Kleinstdruckproben Aussagen zur Streckgrenze des Werkstoffs zu erhalten. Der Artikel erläutert Methodik und diskutiert Ergebnisse des Vorgehens und zeigt eine interessante und vielversprechende Option für eine minimal-invasive Bauteiluntersuchung auf.

1 Einleitung

Bereits auf dem 9. *Symposium Experimentelle Untersuchungen von Baukonstruktionen* 2017 in Dresden wurden Ergebnisse aus dem Umfeld des DFG-geförderten Forschungsvorhabens *Historische eiserne und stählerne Brückenlager – Ihre Geschichte und Möglichkeiten des Erhalts* [1] vorgestellt; konkret ging es um Untersuchungen an Miniatur-Zugproben aus Stahlguss. In diesem Zusammenhang wurde der Kontext des Forschungsvorhabens umfassend vorgestellt, so dass auf die entsprechende Publikation verwiesen werden kann [2].

Die im vorliegenden Beitrag thematisierten Untersuchungen an Miniatur-Druckproben ergänzen methodisch jene an Zugproben. Als vielversprechende Alternative zu Zugproben benötigen Druckproben kein Vorhaltemaß zur Probeneinspannung und sind somit aus vergleichsweise kleinen Bauteilproben herstellbar (Bild 1).

2 Ziel der Untersuchungen

Die beim Druckversuch üblichen Probleme zur Bestimmung der Werkstoffeigenschaften werden schon in der Literatur aus den Anfängen der Materialprüfung beschrieben, wie in [7/S. 45] oder [8/S. 175]. So zeichnet sich die Druckfestigkeit bei duktilen Werkstoffen, wie z. B. Stahl, nicht als deutlicher Versagenspunkt ab und kann im Versuchsstand gewöhnlich

¹ Dr.-Ing., BTU Cottbus-Senftenberg

² M.Sc., WKP Planungsbüro für Bauwesen GmbH, Berlin



Bild 1 In-situ-Probenentnahme (links); vorbereitete Druck-/Zugproben (rechts); gut sichtbar einige Lunker im Endbereich jeweils einer Druck- und Zugprobe

nicht ermittelt werden – die Werkstoffprobe wird schlichtweg nur zunehmend gequetscht, bis zur Schonung der technischen Apparatur der Versuch abgebrochen werden muss. Daher konzentrierten sich die Hoffnungen im Vorfeld der Untersuchungen einzig auf die zuverlässige Bestimmung der Quetschgrenze des Werkstoffs; bei metallischen Werkstoffen sollte diese weitgehend der Streckgrenze im Zugversuch entsprechen.

3 Methodischer Ansatz

Die Untersuchungen waren durch ein zweistufiges Vorgehen gekennzeichnet:

- (a) In einem ersten Schritt wurde zunächst im Sinne einer Fallstudie die grundsätzliche Aussagekraft von Druckproben aus historischem Stahlguss geprüft [3]. Hierfür standen 10 baugleiche historische Stahlguss-Lager zur Verfügung, die im Zuge der Sanierung der um 1910 errichteten Hochbahnlinie U2 in Berlin-Prenzlauer Berg gesichert worden waren; über ausgeprägte Werkstoffuntersuchungen an diesen Lagern berichtet [5]. Aus den kräftigen seitlichen Flanschen der Gleitlager wurden zunächst Standard-Zugproben zu Referenzzwecken gefertigt (Bild 2) und aus dem hierbei anfallenden Verschnitt die Miniatur-Druckproben (Bild 3, links).

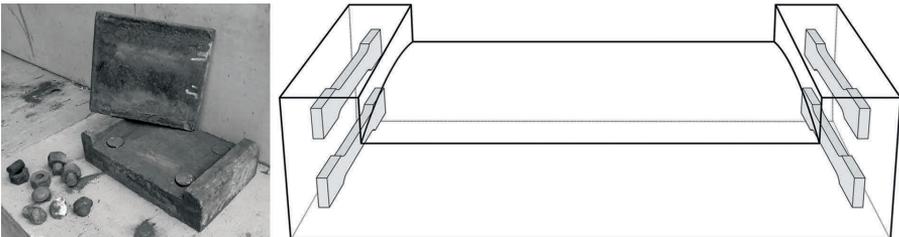


Bild 2 Ausgebautes Gleitlager (links) und Position der Referenzproben (rechts)

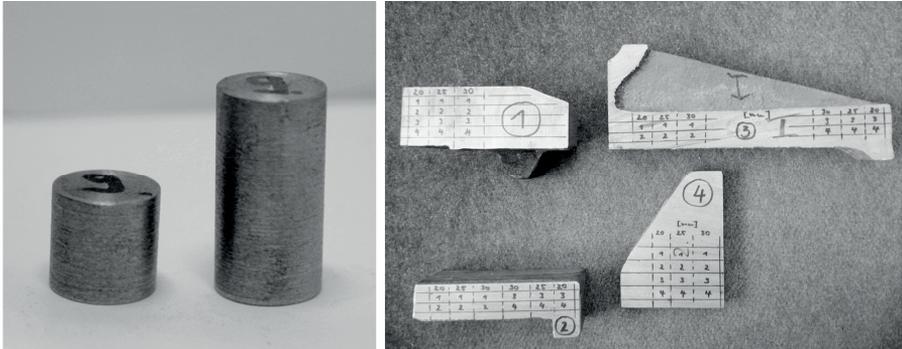


Bild 3 Vorbereitete Proben (links) für Fallstudie (a) sowie Untersuchungsmaterial (rechts) für vertiefende Untersuchungen in (b)

(b) Nach dem vielversprechenden Ausgang von (a) wurde für [4] die Untersuchungsmasse auf vier historische Lagerwerkstoffe mit unterschiedlichem Baujahr und Kohlenstoffgehalt (C-Gehalt) sowie variierender Typologie erweitert (Tabelle 1 sowie Bild 3, rechts). Drei Lager entstammten auch hier der Hochbahnlinie U2, ein viertes konnte bei der Sanierung des Bahnhofs in Wiesbaden für die Untersuchungen gesichert werden; Referenzwerte für die Streckgrenze standen aus Zugversuchen zur Verfügung. Die Proben wurden dabei in unterschiedlicher Länge und zur statistischen Absicherung in ausreichender Anzahl gefertigt; insgesamt bestand die Versuchsmasse aus 50 plangedrehten zylindrischen Proben.

Alle Versuche erfolgten in der Forschungs- und Materialprüfanstalt (FMPA) der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg.

Tabelle 1 Charakteristik der untersuchten Werkstoffe [4]

Lager Nr.	1	2	3	4
Herkunft	U-Bahn U2, Berlin	Bahnhof Wiesbaden	U-Bahn U2, Berlin	U-Bahn U2, Berlin
Baujahr ca.	1939	1905	1907	1925
Typus	Linien-Kipp-lager	Einrollenlager	Mehrrollen-lager	Punkt-Kipp-lager
Bauteil	Obere Lagerplatte	Untere Lagerplatte	Obere Lagerplatte	Kippplatte
C-Gehalt [%] (ca.)	0,60	0,19	0,23	0,31
Streckgrenze R_e der Referenzproben und Standardabweichung [N/mm ²]	223 7	201 2	304 11	218 1

4 Erste Studie

Als Orientierung bei der Wahl der Probengeometrie diente DIN 50106 [6], die das Vorgehen beim Druckversuch an metallischen Werkstoffen regelt. Danach sind zylindrische Probekörper zu verwenden, deren Durchmesser im Allgemeinen zwischen 10 und 30 mm liegen und deren Verhältnis von Höhe h zu Durchmesser d zwischen 1 und 2 betragen sollten. In Anlehnung hieran wurden zwei Serien zylindrischer Proben gefertigt:

- Serie a: $d = 10$ mm mit $h = 10$ mm,
- Serie b: $d = 10$ mm mit $h = 20$ mm.

Bild 3 (links) zeigt exemplarisch die beiden zylindrischen Prüfkörper aus Lager Nr. 9.

Die Empfehlung der DIN, für die Prüfung explizit von Lagermetallen ausschließlich Proben mit $d = 20$ mm und einem Verhältnis $h/d = 1$ zu verwenden, entsprach nicht dem Ansatz, mit kleinstmöglicher Probengeometrie zu arbeiten, und wurde nicht weiterverfolgt.

Der Versuchsaufbau wurde einfach gehalten: Die Einspannung der kleinen Proben erfolgte zwischen Übergangsstücken aus Rundstahl, denen zur passgenauen Krafteinleitung kleine beschliffene Platten aus Hartstahl aufgeschweißt worden waren. Die Dehnung zeichnete ein direkt an der Probe befestigtes Extensometer auf. Kleine Teflonstreifen sollten die Kontaktreibung an den Einspannstellen reduzieren, Bild 4.



Bild 4 Versuchsaufbau – allgemein (links) sowie Detail mit Teflonlage (rechts)

Mit Bezug auf die Probengeometrie ergaben die Ergebnisse ein klares Votum für die langen Proben mit $h/d = 2$, was im Gegensatz zu den Prüfeempfehlungen für Lagerwerkstoffe in DIN 50106 steht. Hierzu zeigt Bild 5 (links) exemplarisch die Ergebnisse für die Proben aus Lager Nr. 3 und verdeutlicht die im Laufe der Untersuchungen festgestellte Systematik hinsichtlich der Quetschgrenze: Während sich bei den kurzen Proben ($h/d = 1$, rote Linie) das Werkstofffließen oft nur andeutete, fiel bei den langen Proben ($h/d = 2$) zumeist ein klar ausgebildetes Fließplateau auf, welches eine gute Bestimmung der Werkstoff-Quetschgrenze ermöglichte.

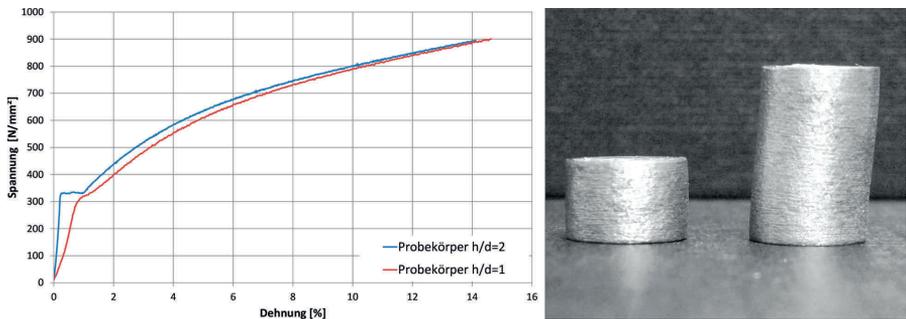


Bild 5 Druckversuch an Miniaturproben; links: Vergleich der Arbeitslinien bei Verwendung zweier Probengeometrien – hier: Lagerwerkstoff 3 mit ausgeprägter Quetschgrenze, rechts: exemplarische Darstellung beider Probengeometrien nach dem Druckversuch

Gleichwohl reagierten einige Werkstoffe ohne ausgeprägte Quetschgrenze. Bild 6 zeigt die Arbeitslinie im Druckversuch exemplarisch für Lagerwerkstoff 8 und stellt diese der im Zugversuch an der Standardprobe ermittelten Arbeitslinie gegenüber. Auffallend ist zunächst die gute Übereinstimmung bis zum einsetzenden Werkstofffließen. Im plastischen Bereich jedoch divergieren die Arbeitslinien infolge der unterschiedlichen Randbedingungen beim Versuch, welche keine Aussagen zur Druckfestigkeit erlauben (vgl. Pkt. 2).

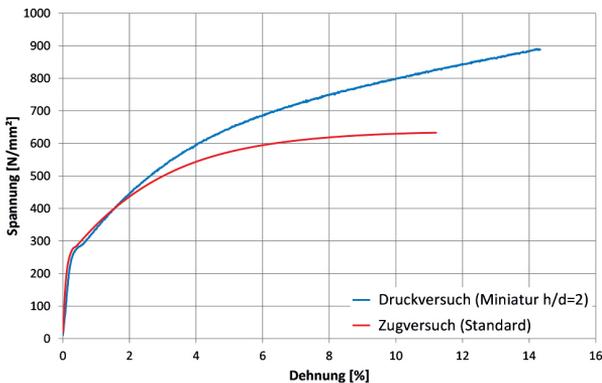


Bild 6 Exemplarischer Vergleich der Arbeitslinien von Miniatur-Druck- und Standard-Zugprobe für Lagerwerkstoff 8, selbiger ohne ausgeprägte Quetschgrenze

Ein wesentliches Resultat der Fallstudie war, unabhängig von der Ausprägung eines Fließplateaus, die Feststellung, dass die im Druckversuch ermittelte Quetschgrenze nahezu exakt übereinstimmt mit der im Zugversuch an Standard-Zugproben ermittelten Fließgrenze (Bild 7). Die Ergebnisse bestätigten neben ersten Erkenntnissen zu einer zweckdienlichen Probengeometrie zudem die grundsätzliche Eignung von Miniatur-Druckproben zur Bestimmung der Werkstofffließgrenze an historischem Stahlguss. Durch weitere Tests blieb jedoch zu prüfen, inwieweit sich die Ergebnisse auf Stahlguss aus anderen Bauzeiten verallgemeinern und die Probengeometrie verfeinern lassen.

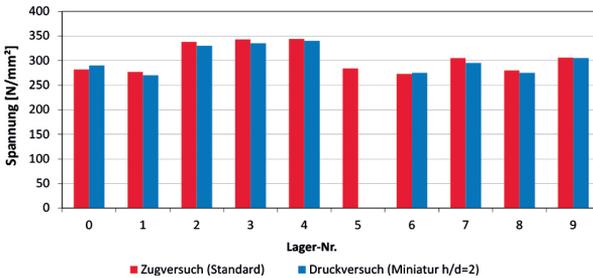


Bild 7 Gegenüberstellung der Ergebnisse von Miniatur-Druck- und Standard-Zugversuchen für alle Lagerwerkstoffe (Druckversuch für Lager 5 versagte)

5 Zweite Studie

5.1 Probengeometrien und Versuchsaufbau

Auf Grund der guten Erfahrungen mit länglichen Proben in der ersten Studie wurden das Verhältnis von Höhe h zu Durchmesser d noch einmal vergrößert und aus den vier unterschiedlichen Stahlgussmaterialien für jeden Werkstoff Proben mit Längen von 20 mm, 25 mm und 30 mm gefertigt. Der Probendurchmesser betrug auch bei der zweiten Studie für alle Probekörper 10 mm (Bild 8). Der Versuchsaufbau entsprach dem der ersten Studie. Die Versuche erfolgten mit einer Universalprüfmaschine der Klasse 1, kraftgeregelt mit einer maximalen Kraft von 500 kN und einer Spannungszunahme von $10 \text{ N/mm}^2/\text{s}$. Das vorher vereinbarte Abbruchkriterium lag bei einer Gesamtstauchung von 4 mm (Stauchgrad ca. 10–15 %). Zur Reduzierung geometrischer Imperfektionen wurden im Vorfeld der Probeneinspannung alle Stirnflächen orthogonal zur Zylinderachse nachgeschliffen.



Bild 8 Bezeichnungsschlüssel (links) sowie unterschiedliche Probengeometrien (rechts)

5.2 Ergebnisse

Tabelle 2 stellt die Ergebnisse den Referenzwerten gegenüber. Auffallend sind zunächst die Werte des Lagerwerkstoffs 3 – sowohl hinsichtlich der Streuungen der Zug- und Druckproben als auch in Bezug auf die Abweichungen zwischen Streck- und Quetschgrenze; darauf wird in Abschnitt 6 kurz eingegangen. Blendet man Werkstoff 3 aus, dann überzeugen die Ergebnisse der Druckproben; die Abweichungen der Stauch- bzw. Quetschgrenze im Vergleich zur Streckgrenze sind für praktische Zwecke vernachlässigbar.

Tabelle 2 Vergleich der Ergebnisse der Miniatur-Druckproben mit Referenzwerten [4]

Lager Nr.	1			2			3			4		
Referenz-Zugproben												
Streckgrenze und Standardabweichung in [N/mm ²]	223 7			201 2			304 11			218 1		
Miniatur-Druckproben												
Probenlänge [mm]	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30
Stauch-/Quetschgrenze und Standardabweichung in [N/mm ²]	218 11	221 9	229 6	198 12	196 3	193 9	274 11	252 13	260 18	220 4	223 7	229 9
Druckprobe/Referenz [%]	-2	-1	+3	-2	-3	-4	-10	-17	-14	+1	+2	+5

Nachfolgende Diagramme in Bild 9 zeigen exemplarisch die Ergebnisse der Einzel-Druckversuche für den Lagerwerkstoff 2. Auffallend ist die nahezu exakte Übereinstimmung der Arbeitslinien für die 25-mm-Proben, die – wenngleich nicht in dieser Deutlichkeit – auch für die Werkstoffe 1 und 4 festzustellen war. Das obere Diagramm zeigt aber auch, wie ein „Ausreißer“ das Gesamtbild negativ beeinflusst – ein kleiner Lunker reicht hierfür bereits aus. Insbesondere unter Beachtung der in Tabelle 2 angegebenen Standardabweichungen scheinen sich zur Ermittlung des beginnenden Werkstofffließens alle drei untersuchten Probenlängen gleichermaßen zu eignen.

Vielmehr wird die Empfehlung für eine am besten geeignete Probengeometrie von versuchstechnischen Randbedingungen beeinflusst. Hier offenbarten im Druckversuch die Versuchsreihen mit 20-mm-Proben Schwierigkeiten beim Handling des Extensometers sowie die mit den 30 mm langen Proben die Gefahr des seitlichen Ausweichens („Aus-schnipsen“). Insofern wird für ingenieurpraktische Anwendungen eine zylindrische Probe mit einer Länge von 25 mm mit $\varnothing = 10$ mm sowie mit sorgfältig vorbereiteten Stirnflächen als bestgeeignet empfohlen.

6 Vergleich Miniatur-Zug- und -Druckproben

Vor dem Hintergrund, dass in [2] und [4] die identischen Lagerwerkstoffe 1 bis 4 verwendet wurden, können die Ergebnisse an Miniatur-Zug- und -Druckproben direkt gegenübergestellt werden, s. Tabelle 3 und Bild 10. Als Referenzwerte werden die an Standard-Zugproben ermittelten Werkstoffstreckgrenzen [2] hinzugezogen.

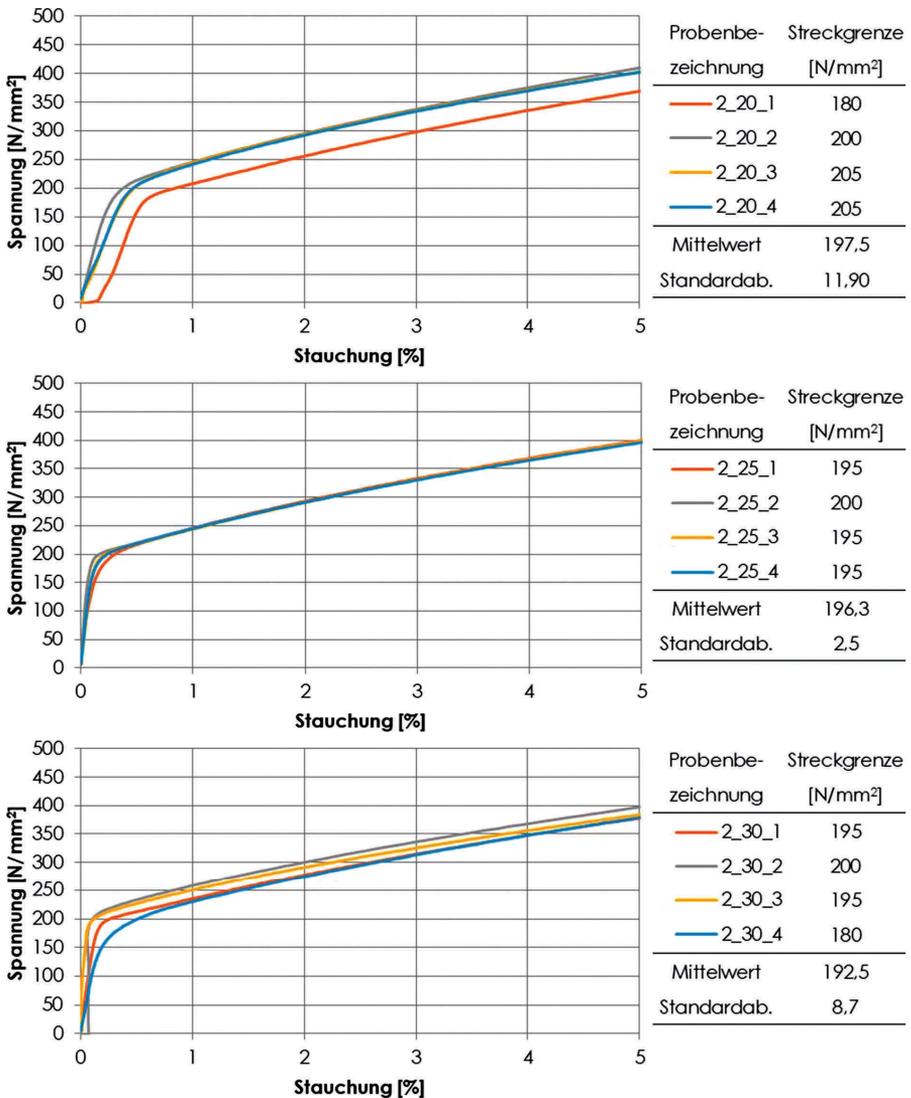


Bild 9 Ergebnisse der Druckversuche mit Probenlängen von 20 mm (oben), 25 mm (Mitte) und 30 mm (unten) exemplarisch für Lagerwerkstoff 2

Tabelle 3 Vergleich der Werte des Werkstofffließens an Standard-Zugproben, Miniatur-Zug- bzw. -Druckproben ($l = 25 \text{ mm}$)

Lager Nr.	1	2	3	4
Standard-Zugproben [N/mm ²] [2]	227	207	300	227
Miniaturproben [N/mm ²] Zug [2] Druck [4]	216 221	203 196	310 252	226 223
Differenz [N/mm ²]	-11 -6	-4 -11	+10 -48	-1 -6

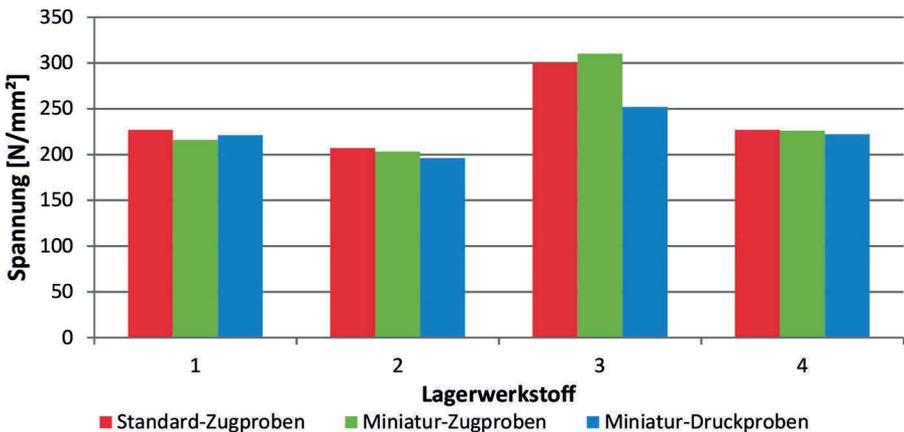


Bild 10 Graphische Gegenüberstellung der Werte in Tabelle 3

Auffallend ist zunächst die gute Übereinstimmung der Werte für die Lagerwerkstoffe 1, 2 und 4. Gegenüber den an Standard-Zugproben ermittelten Streckgrenzen liegen die Werte der Miniaturproben auf der sicheren Seite.

Demgegenüber stehen die hohen Abweichungen für Lagerwerkstoff 3; entsprechende Auffälligkeiten wurden bereits in [2] diskutiert. Bei diesem Werkstoff führte eine für diese Lagergeneration unübliche chemische Zusammensetzung offenbar gepaart mit einer unzureichenden thermischen Nachbehandlung zu einer untypischen Stahlguss-Gefügestruktur. Dieser Werkstoff repräsentiert keinen typischen Lagerwerkstoff, sodass die vergleichsweise schlechten Ergebnisse von Werkstoff 3 die grundsätzliche Eignung von Miniatur-Druckproben zur Ermittlung der Werkstoffquetschgrenze nicht in Frage stellen. Gleichwohl lässt sich aus dieser Werkstoffanomalität die Notwendigkeit ableiten, Untersuchungen an historischem Stahlguss-Werkstoff stets durch metallographische Analysen zu begleiten.

7 Fazit

Auf Grund der schwierigen In-situ-Probenentnahme an historischen stählernen Brückenlagern ergibt sich die Notwendigkeit, auf kleinstmögliche Bauteilproben bei der Ermittlung relevanter Werkstoffparameter zurückzugreifen. Hierfür stellen Miniatur-Druckproben eine attraktive Option dar, benötigen diese doch gegenüber Zugproben kein Vorhaltemaß zur Probeneinspannung. Im Ergebnis der an Miniatur-Druckproben durchgeführten Versuche konnte die Probengeometrie optimiert werden, wobei sich die bestgeeignete Probenlänge letztlich aus praktischen Randbedingungen bei der Versuchsdurchführung ableitete.

Als wesentliches Ergebnis der Untersuchungen lässt sich festhalten, dass sich Miniatur-Druckproben sehr gut zur Ermittlung des für die Werkstoffcharakterisierung wichtigen Werkstofffließens eignen. Die Abweichungen gegenüber den an Standard-Zugproben ermittelten Werten sind für baupraktische Zwecke vernachlässigbar; vor allem liegen sie auf der sicheren Seite.

Das Vorhandensein entsprechender Untersuchungen an Miniatur-Zugproben bot Gelegenheit, deren Ergebnisse denen an Miniatur-Druckproben gegenüberzustellen. Danach eignen sich beide Zugänge gleichermaßen gut zur Ermittlung des Werkstofffließens. Gleichwohl zeigten die Versuche die Notwendigkeit auf, am Werkstoff durch begleitende metallographische Analysen ein ferritisch-perlitisches Mikrogefüge zu bestätigen und Werkstoffanomalitäten auszuschließen.

Literatur

- [1] Homepage des Forschungsprojektes: <https://www.b-tu.de/fg-bautechnikgeschichte/forschung/laufende-projekte/historische-eiserne-und-staehlerne-brueckenlager> (geprüft am 10.8.2018)
- [2] Wetzck, V.; Pannasch, F.: Das Potenzial thermo-mechanischer Messungen für die Werkstoffcharakterisierung. In: Curbach, M.; Opitz, H.; Scheerer, S.; Hampel, T. (Hrsg.): Tagungsband zum 9. Symposium Experimentelle Untersuchungen von Baukonstruktionen (SEUB), 21.9.2017 in Dresden, Dresden: Institut für Massivbau der TU Dresden, 2017, S. 23–37 – erschienen in: Schriftenreihe Konstruktiver Ingenieurbau Dresden kid, Heft 43, 2017
- [3] Wetzck, V.: Historic Bridge Bearings – Identifying Material Characteristics: Compression Test. In: Jasieńko, J. (Hrsg.): Proc. of 8th Int. Conf. on Structural Analysis of Historical Constructions, 15.–18.10.2012 in Wrocław (Polen), Vol. 3, 2012, S. 2251–2257
- [4] Pahlow, C.: Bewertung historischer Brückenlager – das Potential von Miniatur-Druckproben für die Materialcharakterisierung. Bachelorarbeit, BTU Cottbus-Senftenberg, 2013

- [5] Wetz, V.: Historic Bridge Bearings – Material Research on Cast Steel. In: Carvais, R.; Guillerme, A.; Nègre, V.; Sakarovich, J. (Hrsg.): Proc. of 4th Int. Congress on Construction History, 3.–7.7.2012 in Paris (Frankreich), Vol. 3, 2012, S. 243–252
- [6] DIN 50106:1978-12: Prüfung metallischer Werkstoffe; Druckversuch. (liegt inzwischen in überarbeiteter Fassung als DIN 50106:2016-11 vor; die in diesem Beitrag erfolgten Bezüge, z. B. zur empfohlenen Bauteilgeometrie, blieben jedoch unverändert)
- [7] Bach, C.: Elasticität und Festigkeit. Berlin: Springer, 1894
- [8] Tetmajer, L. v.: Elasticitäts- und Festigkeitslehre. Leipzig: Deuticke, 1904
- [9] Archiv des Lehrstuhls Bautechnikgeschichte und Tragwerkserhaltung, BTU Cottbus-Senftenberg

Bildnachweise

- Bilder 1, 3 aus [9] *)
- Bilder 2, 4–7 aus [3] *)
- Bilder 8, 9 aus [4] *)
- Bild 10 Wetz/Pahlow

*) Abbildungen ggf. teilweise geringfügig modifiziert.

Schriftenreihe Konstruktiver Ingenieurbau Dresden Heft 48

Das 10. Symposium „Experimentelle Untersuchungen von Baukonstruktionen“ fand am 11. März 2019 an der TU Dresden statt. Im vorliegenden Buch sind die schriftlichen Beiträge zusammengestellt.

Das Symposium wurde mit einem Vortrag über Analogieübertragungen und Sicherheitsaspekte bei experimentellen Bauwerksuntersuchungen eröffnet. Zum Thema Messtechnik wurden in diesem Jahr vor allem faseroptische Systeme und deren Anwendung sowie die Möglichkeiten digitaler bildgebender Verfahren diskutiert. Zwei Vortragende stellten Messmethoden vor, die auf Schwingungsanregungen beruhen, einmal zur Bestimmung von Stabkräften und einmal für die Prüfung von Befestigungen. Als Fortsetzung eines Beitrags zum 9. SEUB wurde das Potential von Miniaturproben zur Kennwertermittlung dargelegt.

Berichte über Projekte zur Thematik Bauwerksbeprobung und Monitoring rundeten das Vortragsprogramm ab. Neben einem Beispiel aus dem Hochbau nahmen beim 10. SEUB vor allem Projekte aus dem Brückenbau eine dominierende Rolle ein. Die Spanne reichte von der Anwendung faseroptischer Messmethoden bei 1:1-Versuchen über die realitätsnahe Bestimmung von Ziellastniveaus bis zu In-situ-Tests an Brückenbauwerken.